

## VITAROVAT

### A gipsz mint talajjavító anyag

ÁBRAHÁM LAJOS

*Országos Mezőgazdasági Minőségvizsgáló Intézet, Budapest*

A gipsznek sokoldalú ipari felhasználásán kívül nagy szerepe van a mezőgazdaságban is. Felhasználása elsősorban a talaj termékenységének növelésével kapcsolatos. A gipsz a benne foglalt elemek, különösen a Ca és S révén fontos növényi tápanyagforrás, s azokon a talajokon, ahol e két elem a szükségesnél kevesebb mértékben áll a növények rendelkezésére, jó trágyaszernek bizonyult [15].

A gipszet a mezőgazdaságban világszerte elsősorban a szikes talajok javítására használják. Magyarországon — de talán a világon is — először IRINYI [31, 59] elemezte a gipsz szikjavító hatását. Sajnálatos, hogy amíg más országokban eredményesen alkalmazzák e hasznos javítóanyagot, addig hazánkban, ahol a gyenge termékenyséű szikes talajok mintegy 10%-át foglalják el az ország területének, a gipsz használata — különböző okok miatt — igen korlátozott. A mezőgazdasági termelés növelése pedig indokoltá tenné a gipsz nagyobb mértékű alkalmazását, különösen azokon a szikes területeken, ahol mind a drénviszonyok, mind az öntözési lehetőség révén fokozható lenne hatékonysága.

### A szikes talajok és javításuk kémiája

A szikes talajok alacsony termékenységének oka a mi viszonyaink között az, hogy a nátrium vegyületek oldható sók, vagy kicserélhető  $\text{Na}^+$  ionok formájában olyan mennyiségben halmozódnak fel a talajban, ami a növény életfeltételeit gátolja, az eredményes növénytermesztést a talajok természetes állapotában nem teszi lehetővé [5, 18, 25, 42, 43, 47, 53, 54, 55, 57, 58, 63, 67].

A talajban felhalmozódott oldható nátriumsók hatása többirányú. Egyrészt az oldatban levő nátriumsók nagy koncentrációja gátolja a növény vízfelvételét, másrészt mivel az oldat koncentrációjának növekedésével a talaj oldatában az ion koncentrációk aránya a  $\text{Na}^+$  ion javára tolódik el, a növény kiegyensúlyozott ásványi anyagfelvétele eltolódik, s egyes, a növények élete szempontjából fontos elemek (pl.  $\text{Ca}^{2+}$  ionok) relatív minimumba kerülnek.

A talajoldat ionkoncentrációjának növekedése ezzel együtt az oldatban a  $\text{Na}^+ : \text{Ca}^{2+}$  ionok koncentráció arányának növekedése az oldat és a talaj szilárd fázisa közötti kicserélődési egyensúlyt is eltolja a  $\text{Na}^+$  ionok megkötődésének irányába.

A kicserélhető nátriumionok mennyiségének növekedése a talajban megváltoztatja annak kolloidkémiái állapotát, a talajt duzzadóképpé teszi, fizikai, vízgazdálkodási sajátságait rontja [1, 2, 17, 20, 23, 31, 33, 36, 58].

A szikes talajok javításának célja tehát, hogy biztosítsuk azokat a feltételeket, melyek lehetővé teszik az oldható sók kilúgozását a talajból, s ezzel egyidejűleg a kicserélhető nátriumionok fokozatos lecserélését, a talaj oldatában a  $\text{Na}^+$  és  $\text{Ca}^{2+}$  ionok koncentráció arányának csökkenésén keresztül.

A javítás első lépése tehát mindazokon a területeken, ahol progresszív szikesedés van, a javítandó terület drénviszonyainak megjavítása, s ezzel együtt a talaj sómérlegének eltolása a pozitív, a sófelhalmozódás oldaláról a negatív, a sók kilúgozásának oldalára [18, 19].

A szikes talajok kilúgozódása minden esetben a talajoldat koncentrációjának csökkenését is jelenti, de nem minden esetben jár együtt a sókoncentráció csökkenésével a nátriumsók relatív mennyiségének hasonló arányú csökkenése, a kicserélhető  $\text{Na}^+$  deszorpciója, a talaj vízháztartási tulajdonságainak javulása.

Ez utóbbi eset jellemző például a szódás szikes talajokra. A szódás szoloncsák, szoloncsák-szolonyc, szoloncsákos szolonyc és szolonyc talajok pl. azok a szikes talajok, amelyeknél a talaj sókészletének csökkenésével, a talajoldat hígulásával a talaj duzzadóképesége nő. A szóda és kicserélhető nátriumionok hidralízisének megnövekedésével a közeg ellúgosodik.

A közeg ellúgosodásával egyrészt a fizikai, vízháztartási tulajdonságok tovább romlanak, másrészt a talajban levő kalcium vegyületek, elsősorban a kalciumkarbonát oldhatósága csökken. Ezért ezeknél a talajoknál a sók kilúgozása, ha azt nem kapcsoljuk össze más eljárásokkal, pl. kémiai javítóanyagok adagolásával, nem a talaj sziktelenedéséhez, hanem egy másik szikes talajtípus kialakulásához vezet [58].

A kémiai anyagok alkalmazása a talajjavításban szolgálhatja a talaj lúgosságának csökkentését (pl. híg savak, savasan hidrolizáló anyagok) s esetleg ezzel együtt a talajban levő kalciumvegyületek oldhatóságának növekedését, vagy kalciumvegyületeket tartalmazó anyagok adagolásakor elősegítheti a talajoldatban a kalciumion koncentráció növekedését [1, 5, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 33, 34, 46, 56. stb.).

A kalcium vegyületeket tartalmazó anyagok hatékonysága függ a vegyület oldhatóságától és oldatának kémhatásától. Ebből a szempontból a számbajöhető kalciumvegyületek a következőkkel jellemezhetők:

$\text{CaCl}_2$  = igen jól oldódik, vizes oldatának kémhatása gyengén savanyú.  
 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  = igen jól oldódik, vizes oldatának kémhatása gyengén savanyú.  
 $\text{CaSO}_4$  = viszonylag rosszul oldódik, telített vizes oldatának kémhatása gyengén savanyú.  
 $\text{CaCO}_3$  = igen rosszul oldódik, telített vizes oldatának kémhatása gyengén lúgos.

A felsorolt és a talajjavítás szempontjából számbajöhető anyagok közül tehát azok, amelyek a természetben is nagyobb mennyiségben rendelkezésre állanak, a  $\text{CaSO}_4$  és  $\text{CaCO}_3$ , a kevésbé oldódó anyagok közé tartoznak [40]. Oldhatóságuk legáltalánosabban oldhatósági szorzatukkal írható le, mint olyan jellemző állandóval, amely állandó hőmérsékleten és nyomáson az adott rendszert — valamely elektrolit szilárd fázisa és telített oldata közötti egyensúlyt — jellemzi [21, 40].

Az oldhatósági szorzatok értékei  $\text{CaSO}_4$ -re és  $\text{CaCO}_3$ -ra vonatkoztatva a következők:

$$L_{\text{CaSO}_4} = [\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}] = 6,3 \cdot 10^{-5} \quad (25^\circ \text{C-on})$$

$$L_{\text{CaCO}_3} = [\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{CO}_3^{2-}] = 0,9 \cdot 10^{-8} \quad (25^\circ \text{C-on})$$

Amennyiben a szilárd  $\text{CaSO}_4$  és  $\text{CaCO}_3$  saját telített vizes oldatával tart egyensúlyt és az oldat más sókat nem tartalmaz, a telített oldat koncentrációja 25 °C-on

$\text{CaSO}_4$  esetén = 0,20 g/100 g.

$\text{CaCO}_3$  esetén = 0,001 g/100 g.

Befolyásolja valamely anyag oldhatóságát a hőmérsékleten és nyomáson kívül az oldatban jelenlevő más vegyületek, ionok milyensége és koncentrációja. Ez a hatás kettős. Egyrészt az oldat koncentrációjának növekedése, ezzel együtt az ionok aktivitási koefficiensének csökkenése növeli az oldhatóságot, másrészt, mivel az ion aktivitások szorzata állandó hőmérsékleten és nyomáson konstans, ha az oldat olyan sókat tartalmaz, melyek kationjai vagy anionjai közösek, akkor az oldhatóság csökken.

Ezek a hatások, mivel a szikes talajok kisebb vagy nagyobb mennyiségben mindig tartalmaznak oldható sókat, elsősorban nátrium és részben magnézium sókat, a javítóanyagok kémiai hatékonysága szempontjából nem elhanyagolhatók. A szikes talajokban található nátriumsók hatását a  $\text{CaSO}_4$  és  $\text{CaCO}_3$  oldhatóságára CAMERON és SEIDELL alapján [14] közöljük.

Az adatok szerint a NaCl jelenléte mind a  $\text{CaSO}_4$  mind a  $\text{CaCO}_3$  oldhatóságát növeli (1. és 2. táblázat)

1. táblázat

A  $\text{CaSO}_4$  oldhatósága NaCl oldatban 23 °C-on (Cameron és Seidell 1901)

NaCl g/l	$\text{CaSO}_4$ oldhatósága g/l
0,99	2,37
4,95	3,02
10,40	3,54
30,19	4,97
49,17	5,94
75,58	6,74
129,50	7,50

2. táblázat

A  $\text{CaCO}_3$  oldhatósága NaCl oldatban 25 °C-on (Cameron és Seidell 1901)

NaCl g/l	$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ az oldatban g/l
0,00	0,1046
9,72	0,1770
21,01	0,2051
30,30	0,2152
50,62	0,2252
69,37	0,2212
98,40	0,2172
147,40	0,1971
234,50	0,1569
262,30	0,1227

A  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  jelenléte az oldatban növeli a  $\text{CaCO}_3$  oldhatóságát, mivel a két elektrolit közös iont nem tartalmaz (3 és 4. táblázat). De csökkenti egy meghatározott koncentrációig a  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  jelenléte a  $\text{CaSO}_4$  oldhatóságát, mivel a két elektrolit közös aniont tartalmaz, majd a  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  koncentráció növekedésével a  $\text{CaSO}_4$  oldhatósága nő. A legszélsőségesebb esetben (16,36 g/l  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  koncentrációjú oldat) is azonban, amikor a  $\text{CaSO}_4$  oldhatósága minimális, a  $\text{CaCO}_3$  oldhatósága pedig kb. háromszorosára nő, a tiszta vizes oldathoz viszonyítva az oldat  $\text{Ca}^{2+}$ -ra nézve négyszer töményebb a gipsz esetében.

Az 5. táblázatban szintén CAMERON és SEIDELL alapján mutatjuk be a  $\text{CaSO}_4$  oldhatóságát,  $\text{MgCl}_2$  oldatban, mely ugyancsak növeli a gipsz oldhatóságát.

Befolyásolja a kalcium tartalmú javítóanyagok oldódását a közeg pH értéke és a lúgosan hidrolizáló nátriumsók jelenléte.

3. táblázat

A  $\text{CaSO}_4$  oldhatósága  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  oldatban  
(Cameron és Seidell [14])

$\text{Na}_2\text{SO}_4$ g/l	$\text{CaSO}_4$ oldhatósága	
	g/l	mgé/l
0,00	2,08	30,7
2,77	1,58	23,3
16,36	1,40	20,6
39,31	1,56	22,9
77,32	1,84	27,1
133,00	2,18	32,1
193,80	2,41	35,5

4. táblázat

A  $\text{CaCO}_3$  oldhatósága  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  oldatban 24  
C°-on (Cameron és Seidell [14])

$\text{Na}_2\text{SO}_4$ g/l	$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ az oldatban	
	g/l	mgé/l
0,00	0,0925	1,14
2,80	0,1488	1,41
5,24	0,1729	2,12
11,73	0,2330	2,90
74,01	0,3960	3,20
116,10	0,4580	5,40
184,20	0,5630	6,85
213,70	0,5910	7,30
255,90	0,6650	8,20

5. táblázat

A  $\text{CaSO}_4$  oldhatósága  $\text{MgCl}_2$  oldatban 26  
C°-on (Cameron és Seidell [14])

$\text{MgCl}_2$ g/l	$\text{CaSO}_4$ oldhatósága g/l
0,00	2,08
8,53	4,27
19,86	5,72
47,17	7,67
124,80	8,86
217,90	6,91

6. táblázat

A  $\text{CaCO}_3$  oldhatósága a pH függvényében  
(Sigmond [54] alapján)

pH	Oldott $\text{CaCO}_3$ mgé/l
6,21	10,3
6,50	14,4
7,12	7,1
7,85	2,7
8,60	1,1
9,20	0,82
10,12	0,36

$\text{CaCO}_3$  esetében az oldat  $\text{Ca}^{2+}$  koncentrációja és pH értéke között a következő összefüggés írható fel.

$$[\log \text{Ca}^{2+}] = \log \frac{L_{\text{CaCO}_3}}{K_1 K_2} - 2 \text{ pH} - \log [\text{CO}_2] = 8,64 - 2 \text{ pH} - \log [\text{CO}_2];$$

ahol  $K_1$  és  $K_2$  = a szénsav disszociációs állandói  
( $\text{CO}_2$ ) = az oldat  $\text{CO}_2$  koncentrációja mol/l

A fenti törvényszerűséget tükrözik SIGMOND adatai (6. táblázat) amelyk szerint az oldat pH értékének 7,12-ről 10,12-re való növelése a  $\text{CaCO}_3$  oldódását közel huszad részére csökkentette. A  $\text{CaCO}_3$  tehát mint javítóanyag, hatását csak ott fejt ki, ahol a közeg lugossága oldódását nem gátolja. Ilyen eset állhat fenn, mint arra később rátérünk, egyes szikes talajok kilúgzási („A”) szintjében.

Mivel a műtrágyázás során egyre több ammónium só is jut a talajba, megvizsgáltuk azt is, hogy a  $\text{NH}_4\text{Cl}$  oldat hogyan befolyásolja a gipsz oldhatóságát.

Mint a 7. táblázat adatai mutatják, a  $\text{CaSO}_4$  oldhatósága nő az  $\text{NH}_4\text{Cl}$  koncentráció növekedésével.

Összefoglalva: megállapítható, hogy olyan esetekben, amikor a talaj oldatában a  $\text{Ca}^{2+}$  ionok koncentrációját növelni akarjuk, gipsz adagolásával

az jobban elérhető, mint  $\text{CaCO}_3$  adagolásával. A gipsz oldhatóságát a talajban levő oldható sók növelik.

A gipsz ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) nem képes több vizet kristályos formájában megkötni, az anhidrit viszont normál hőmérsékleten képes vízfelvételre és a porrá őrölt anhidrit ismét összeáll, cementálódik [44].

Mivel mind a vasúti szállítás (nyitott vagonban könnyebb a be és kirakodás stb.) mind a felhasználás előtti raktározás (deponiázás) során az anyag nedvesedhet, ezért a mezőgazdasági felhasználásra elsősorban a gipszet tartjuk alkalmasnak. Az anhidrit csak akkor javasolható, ha zárt vagonokban szállítják és azonnal felhasználják, vagy pedig — szükségmegoldásként — olyan adalékanyagot kevernek hozzá, amely csökkenti cementálódását.

7. táblázat

A gipsz oldhatósága  $\text{NH}_4\text{Cl}$  oldatban

$\text{NH}_4\text{Cl}$ g/l	$\text{CaSO}_4$ g/l
0,000	2,0264
5,35	2,8832
10,70	3,4748
26,75	4,4064
53,50	5,2292
107,00	6,4384
214,00	6,3648

### A gipsz felhasználása szikjavításra

A gipsz felhasználása szikjavításra főleg HILGARD [30] munkássága nyomán vált ismeretessé és terjedt el.

Jelenleg is a gipsztartalmú anyagokat részesítik előnyben világszerte ott, ahol szódás szikeseket javítanak. Sajnálatos, hogy hazánkban is csak külföldi kísérletek után figyeltek fel a szikes talajok gipszezésére, holott erre már 131 évvel ezelőtt IRINYI felhívta a figyelmet az 1839-ben megjelent „A Konyári tó” c. dolgozatában. Előttünk ma sem ismeretes olyan külföldi munka, amely előbb jelent volna meg ebben a témakörben, ezért IRINYI-t kell tekintenünk a gipszes szikjavítási módszer felfedezőjének. Mind a szódás szikesek keletkezésére, mind pedig ezek javítására vonatkozóan olyan megállapításokat tett, amelyeket mások csak évtizedek múlva ismertek fel, s amelyek sok vonatkozásban ma is helytállóak [59].

HILGARD a múlt század utolsó negyedében végzett gipszezéssel szikjavítási kísérleteket Kaliforniában. A jó eredményekről több tanulmányban számolt be.

Hazánkban TREITZ révén váltak ismertté a kaliforniai szikjavítások eredményei. Hilgard könyve magyarul Treitz fordításában jelent meg 1894-ben „Szikes talajok öntözése és alagesövezése” címmel [30].

Ebben a kötetben már hírt kapunk az első magyarországi gipszezési kísérletekről is. A múlt század utolsó évtizedében több helyen állítottak be kísérletet a gipsz szikjavító hatásának vizsgálatára [35, 48]. A tapasztalatokat összegezve CSERHÁTI [16] foglalt állást. Akkor CSERHÁTI is elismerte, hogy a „gipszezéssel a szikes talajok hátrányos tulajdonságait tényleg meg lehet szüntetni. A legtöbb esetben azonban csak akkor, ha aránylag nagymennyiségű gipsz használtatik fel...” Meg kell jegyeznünk, hogy a már említett első hazai kísérletekben kb. 16 q gipszet szórtak ki kataszteri holdanként.

Az első kísérletek eredményéből levont következtetések eredményeként abbamaradt a szikes talajok gipszezéssel történő javítása.

Az első világháború után viszont, amikor ismét felvetődött a szikes talajok javításának kérdése, csak külföldről behozott anyaggal lehetett volna

megoldani a gipszezt. Ezért választották a szikjavításnak azt a módját, amely még napjainkban is jellemző a magyarországi szikjavításra [3, 22, 64, 65].

A szikes talajok egy része ugyanis a Tisza és a Kőrösök szabályozása után a talajvíz szintjének süllyedése következtében többé-kevésbé kilúgozódott.

Némely szikes talaj felső szintjében így igen kevés a kicserélhető Na, a talaj pH értéke 7-nél kevesebb. Az ilyen talajok A szintjének javítására alkalmasak a  $\text{CaCO}_3$  tartalmú anyagok is, különösen akkor, ha istállótrágyát is alkalmaznak, ugyanis a szervesanyag bomlásaként keletkező  $\text{CO}_2$  segíti a  $\text{CaCO}_3$  oldódását, s így növeli hatását.  $\text{CaCO}_3$  tartalmú anyag melléktermékként nagy tömegben keletkezett a cukorgyártásban, csak a szállítás jelentett költséget.

Egyben ez az anyag azért is hasznosnak bizonyult, mert sok növényi tápanyagot, NPK-t is tartalmaz a kalciumvegyületeken kívül [60, 61, 62].

Az 1928—33. években lezajlott állami szikjavítási akció keretében csak cukorgyári mésziszapot és örölt mésztufát használtak javítóanyagként.

$\text{CaCO}_3$  tartalmú anyaggal való javításnak számították a 40-es években újra megindult akció keretében a digózást (sárgaföld terítést) is [5, 66].

Meg kell azonban jegyeznünk, hogy a digóföldek nemcsak  $\text{CaCO}_3$ -at, hanem némely esetben jelentős mennyiségű gipszet is tartalmaznak.

Sajnos nincs adatunk arról, hogy egy-egy digózás alkalmával mennyi gipsz került így a talajba. A 8. táblázat adatai azonban jelzik, hogy a digófölddel talajba juttatott gipsz mennyisége igen jelentős lehet. Ha a digóföld 1 % gipszet tartalmaz, a szokásos dózis (kb. 500 m<sup>3</sup>/ha) esetében mintegy 75 q/ha gipszet is a talajba visznek. A digóföld kedvező hatása tehát erősen összefügg gipsztartalmával, s ez az egyik lényeges magyarázata annak is, hogy bizonyos esetekben miért jobb hatású a digózás, mint a meszezés.

A felszabadulás utáni években megindult, állami támogatásban részesített szikjavítás során egyre gyakrabban mutatkoztak a meszezés fogyatékosságai. PRETTENHOFFER ezt így foglalta össze [49]: „A mésztelen szikesek nagybani javítását megelőző talajfelvételeknél egyre gyakrabban találkozunk olyan ... területrészekkel, melyeket telítettségük és így gyengén lúgos voltak miatt nem lehetett kielégítően megjavítani. Az eddigi gyakorlat szerint a mésszel már nem javítható ... szikes foltoknál csak a gipsszel való javítás jöhetett számításba. „Mivel hazánkban gipsz csak igen kis mennyiségben fordul elő, arra kellett törekedni, hogy a gipszet más anyaggal helyettesítsük, vagy a szükséges mennyiséget lehetőleg csökkentjük”.

Ez a szemlélet az 1950-es években egyébként átlános volt a talajjavítás irányító és végrehajtó szakemberek körében [22, 50]. Ennek következményeként foglalkozott HERKE is a lignitporral, mint gipszpótló anyaggal [22, 27, 28, 29].

Nem hagyható figyelmen kívül azonban az a jelenség, hogy a gipsz pótlására ajánlott megoldásokat sokszor jobb hatásúnak tüntették fel, mint a gipszezt. Pl. PRETTENHOFFER szerint a mész és gipsz együttes alkalmazása révén a talajkolloidok kicserélhető Na tartalma nagyobb mértékben csökken, mintha csak gipszet alkalmaznak, bár az általa közölt adatok ezt nem támasztják alá meggyőzően (9. táblázat).

Hasonlóan eltúloztának bizonyultak a lignitpor serkentő hatására vonatkozó várakozások is (10. táblázat).

E rövid áttekintés után megállapítható, hogy elsősorban a gipsz tényleges



## 8. táblázat

A Kőrösvidék 3 körzetében feltárt 10 talajszelvény gipsztartalma  
(Imre József adatai)

(1) Szelvény- szám	(2) Mintavétel helye	(3) Réteg vastagság cm	pH (H <sub>2</sub> O)	CaCO <sub>3</sub> %	CaSO <sub>4</sub> · 2 H <sub>2</sub> O %
1.	Gyoma Új Élet	60—90	7,8	17,1	ny
		90—120	7,4	10,6	5,04
		120—150	7,5	12,8	3,74
		150—190	7,6	7,5	3,18
		190—220	7,5	3,6	3,69
		220—240	7,5	3,4	3,33
2.		70—90	7,8	13,2	ny
		90—130	7,5	15,9	2,44
		130—170	7,5	8,9	2,80
		170—200	7,6	4,2	1,52
		200—240	7,6	10,8	2,93
3.		80—100	7,6	6,3	1,15
		100—140	7,5	14,6	3,00
		140—170	7,6	19,8	1,42
		170—200	7,9	14,6	ny
		200—230	8,0	12,3	∅
4.		70—100	7,5	12,0	1,77
		100—130	7,5	15,4	2,41
		130—160	7,7	9,6	1,15
		160—200	7,5	9,4	2,21
		200—240	7,6	8,6	1,73
5.	Mezőtúr Vörös Október	90—120	7,6	2,6	2,24
		120—160	8,1	5,6	1,62
		160—210	8,1	5,8	0,34
		210—260	8,1	3,8	1,45
6.		90—120	7,9	1,2	1,03
		120—160	7,9	2,9	1,13
		160—200	8,1	3,2	ny
7.		100—120	8,5	4,4	∅
		130—160	8,1	7,7	0,85
8.		60—90	8,1	3,4	0,59
		90—130	8,0	4,8	1,69
		130—160	8,0	5,4	1,12
		160—200	7,9	8,7	1,20
		200—260	7,7	2,7	3,02
9.	Endrőd nagylapos Új Barázda	50—100	7,5	3,4	4,69
10.		100—150	7,5	6,0	4,86
		150—200	7,6	8,6	5,07
		200—250	7,6	9,8	2,27
		60—100	7,7	4,2	1,89
		100—150	7,6	5,6	4,03
		150—200	7,5	8,9	4,97
		200—250	7,7	9,6	2,26

vagy vélt hiánya, a mezőgazdasági temékek értékéhez viszonyított magas ára, stb. tehát gazdasági okok miatt nem alkalmazták elterjedten ezt a fontos szikjavító anyagot, amelynek a szikes talajok jelentős részére kedvező hatása annyira elismert, hogy más országokban, pl. a Szovjetunióban a szolonyec típusú talajokat is csak gipsszel illetve gipsztartalmú anyagokkal javítják [1, 2, 6, 10, 11, 32, 33, 34, 37, 39, 46, 51, 52, 56, 68].

9. táblázat

A mész ( $\text{CaCO}_3$ ) és gipsz ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) hatása a talaj kicserélhető  $\text{Na}^+$  tartalmára két kísérletben (Prettenhoffer [49] adatai alapján)

(1) Kezelés	(2) Kicserélhető $\text{Na}^+$ mgé/100 g talaj		(1) Kezelés	(2) Kicserélhető $\text{Na}^+$ mgé/100 g talaj	
	(3) Mehlich szerint	(4) Alkoholos ammonacetáttal		(3) Mehlich szerint	(5) Herke szerint
I.			II.		
a) Kontroll ....	3,2	4,7	a) Kontroll .....	8,4	13,5
	2,1	3,1		7,1	14,3
	3,3	4,2	c) Gipsz (75 q/kh)	3,7	10,8
b) Mész .....	2,6	3,2		4,1	6,8
	2,5	3,4	d) Gipsz (75 q/kh) + mész (150 q/kh)	3,5	9,4
c) Gipsz .....	1,9	2,5		2,8	8,3
	1,3	1,8			
d) Mész + gipsz	1,0	2,3			
	1,4	1,8			
	1,1	1,5			

10. táblázat

A gipsz és a lignitpor hatása néhány gazdasági növény termésére (q/ha) öntözött körülmények között, szolonszák-szolonyec talajon (Herke és Harmati [29])

(1) Növény	(2) Kontroll	(3) Gipsz	(4) Lignitpor	Sz.D., %
a) Búza (szem) .....	6,5	12,7	14,7	2,9
b) Takarmányrépa (gyökér) .....	206,0	424,0	490,0	123,0
c) Napraforgó (szem) .....	6,5	18,0	16,1	3,4
d) Vöröshere (széna) .....	28,8	56,3	53,5	8,9
e) Somkóró (széna) .....	20,0	24,4	22,0	8,9

### A gipsz hatása a szikes talajok tulajdonságaira

A szolonszák típusú szikesekben a sómaximum a felszínen, vagy közvetlen a felszín alatt helyezkedik el. Abban a rétegben található tehát a legtöbb só, amelyben rendes körülmények között legnagyobb a növények gyökértömege, s amelyben legintenzívebb a növény és a talaj kapcsolata. A nátriumsók és egyéb vízben oldható sók nagy mennyisége azonban akadályozza a legtöbb növény magjának csírázását, a növény fejlődését.

A sok nátriumsót tartalmazó talajoldat nemcsak azért káros, mert a  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  stb. viszonylag nagy mennyiségben halmozódik fel a növényben és vált ki toxikus hatást, hanem azért is, mert akadályozza a növény vízfelvételét és harmonikus ellátását a szükséges növényi tápanyagokkal. Ha ugyanis a nagy sótartalom miatt a talajoldat ozmózis nyomása nagyobb mint a gyökérsejtek sejtnedvének ozmózis nyomása, a növény képtelen vízfelvételre, s így természetesen tápanyagokhoz sem jut. A szikesedésnek ezt a formáját ezért *fiziológiai* szikesedésnek is szokás nevezni.

A nátriumsók közül — lúgos kémhatása miatt — legkárosabb hatást a szóda vált ki. A legtöbb növény fejlődésére általában a 7 pH érték körüli



talaj kémhatás a kedvező, viszont a szódás talajok kémhatása gyakran 9—10 pH értékű. A szóda káros hatása nem csupán ebben jelentkezik, hanem abban is, hogy a  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  nagyobb mértékben peptizál, rontja a talajkolloidok tulajdonságait, mint a csaknem semleges kémhatással disszociáló nátriumsók.

Az erősen lúgos talajoldatban gyakorlatilag csak a nátriumsók maradnak oldatban, s ez elősegíti a  $\text{Na}^+$  megkötődését a talajkolloidok felületén más kationok rovására.

A  $\text{Na}^+$  ionokkal 15—20 %-ig telített talaj vízvezető képessége rossz. Ha a vizet befogadja, pépessé, levegőtlené válik. Az ilyen talajok holtvíztartalma igen nagy, s a hasznosvíz még az agronómiailag viszonylag kedvezőbb tulajdonságú kilúgozási vagy „A” szintben sem haladja meg a természetes vízkapacitás 20—40 %-át. A felhalmozódási vagy „B” szintben csak néhány %-ot tesz ki ez az érték. A kiszáradt talaj kőkemény, nehezen művelhető. A szikesedésnek ezt a fajtáját *fizikai* szikességnak is nevezik.

A szódás szikesek gipszezésekor az a cél, hogy a  $\text{CaSO}_4$  tartalmú gipszszel semlegesítsük a szódát és az egyéb nátriumsókat.

A keletkező  $\text{CaCO}_3$  a talajból kicsapódik, a semleges kémhatású glauber só pedig kevésbé káros a növényekre nézve, mint a szóda. Mivel azonban nagy mennyiségben minden nátriumsó káros, a gipszezés csak akkor lehet eredményes, ha ezt a sót is eltávolítják a talajból.

A gipsz és a talajoldat fontosabb lúgosan hidrolizáló vegyületei közötti kölcsönhatás az alábbi reakcióegyenletekkel írható fel:



A gipsz jelenléte tehát semleges nátriumsók képződését teszi lehetővé, ami által a talajoldat kémhatása eltolódik.

A 11. táblázatban bemutatjuk, hogy a gipszezés hatására hogyan csökkent a szódátartalmú talaj kémhatása a különböző gipszadagok hatására.

Nagyobb mennyiségű gipsz talajba vitelekor a talaj vízben oldható sótartalma átmenetileg jelentősen növekedhet, s ha a sók eltávolítása nincs biztosítva, a gipszezés pozitív hatása elmarad még akkor is, ha a gipsz hatására lúgosan hidrolizáló nátrium vegyületekből semleges sók keletkeznek. Az idevonatkozó irodalomban számtalan példát találunk arra, hogy a talajkolloidok felületén megkötött kationok aránya hogyan változik a gipszezés hatására [1, 24, 29, 31, 37, 45, 46, 68].

Igen tanulságosak OBORINNÁK [31] az Ural környékén végzett vizsgálatai is, amelyek azt példázzák (12. táblázat), hogy a gipszezés csak akkor és addig fejt ki pozitív hatást, amíg a szikesedést kiváltó tényezők nem hatnak erősebben. Adott körülmények között 1932-től 1944-ig a kicsérélhető  $\text{Ca}^{2+}$  ionok mennyisége növekedett, a  $\text{Na}^+$  ionoké pedig csökkent a szódás szolonyec talaj azon rétegeiben, ahol a gipsz hatott.

Az 50-es években azonban ez a folyamat a drénviszonyok rosszabbodása miatt megfordult, másodlagos szikesedés (szolonyecesedés) következett be.

A 13. táblázatban KELLEY [34] adatait közöljük annak szemléltetésére, hogy az USA-ban végzett gipszezési kísérletek is eredményesek voltak külö-

11. táblázat

A gipsz hatása szolonszák-szolonyec talaj kémhatására, öntözés nélkül  
(Herke—Harmati 1965)

CaSO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O q/ha	(1) Mélység cm	(2) Kísérlet beállítása előtt 1952		1959	
		pH (H <sub>2</sub> O)	(3) Kicserélhető Na <sup>+</sup> (Herke szerint)	pH (H <sub>2</sub> O)	(3) Kicserélhető Na <sup>+</sup> (Herke szerint)
Ø	0—20	9,3	11,9	9,1	8,7
	20—30	9,5	14,7	9,3	10,6
	30—40	9,6	12,9	9,3	8,5
	40—50	9,5	10,4	9,3	6,3
	50—60	9,4	6,9	9,2	4,2
145,6	0—20	9,3	11,9	8,7	3,7
	20—30	9,6	14,7	9,1	7,8
	30—40	9,6	12,9	9,2	6,6
	40—50	9,6	10,4	9,2	4,7
	50—60	9,4	6,9	9,1	3,4
291,2	0—20	9,3	11,9	8,1	1,8
	20—30	9,6	14,7	8,7	3,5
	30—40	9,6	12,9	8,9	5,0
	40—50	9,6	10,4	9,0	4,1
	50—60	9,4	10,9	8,9	3,1

nösen ott, ahol az egyéb feltételek (drenázs, öntözés) is adva voltak. Az egyébként könnyű mechanikai összetételű talaj kémiai összetétele 10 év alatt teljesen megváltozott, a 25, 30, 35 t/ha gipsz és az öntözés hatására.

Hazai vonatkozásban HERKE [26, 29] karbonátos szolonszák-szolonyec talajokon végzett vizsgálatai is bizonyítják a gipszezés kedvező hatását e talajokra (11. táblázat).

Kevés adatunk van azonban arra vonatkozóan, hogy a nehéz mechanikai összetételű, felső rétegekben CaCO<sub>3</sub>-t nem tartalmazó szolonyec talajokon milyen hatású a gipsz. A 14. táblázatban saját vizsgálataink alapján mutatjuk be, hogy a növekvő gipszadagok hatására mint csökken a talajoldat Na<sup>+</sup> koncentrációja és a kicserélhető Na<sup>+</sup> ionok abszolút és relatív mennyisége.

A talajkolloidokon végbemenő változás következtében a talaj agronómiai szempontból fontos tulajdonságai, így a vízgazdálkodási tulajdonságok is kedvezőbbé válnak a gipszezés hatására [38, 41].

A szántóföldi művelésre alkalmas, vagy azzá tehető szolonyec talajok fizikai tulajdonságai azonban az akkumulációs szintben a legkedvezőtlenebbek, ezért az egész talajszeleány vízgazdálkodásának megjavításához elengedhetetlen a B szint kémiai javítása is [7, 8, 9, 12].

A szervesanyag felhalmozódása a szikes talajokban elsősorban attól függ, hogy a növények mennyire tudják kielégíteni szükségleteiket. Minél több sót és főleg szódát tartalmaz a talaj a felső szintjében, annál kevésbé tudnak rajta megtelepedni a növények. Ezért a szolonszák talajok szervesanyag tartalma rendszerint igen csekély. A lúgos közeg is a szervesanyag felhalmozódása ellen hat, ugyanis az ily körülmények között keletkezett nátriummal telített szerves vegyületek hamar kimosódhatnak a talajból. A gipsze-

12. táblázat

A kicserélhető kationok dinamikája (‰-ban) közepes szódás szolonyeciken az Ural környékén (Oborin 1958)

(1) Év	(2) Mélység cm	(3) Kontroll		(4) Gipsz 16 t/ha	
		Ca <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>
1932	0—10	50,9	25,8	52,5	25,9
	15—20	24,4	37,7	24,7	38,5
1934	0—10	51,8	25,2	54,7	17,1
	15—25	23,0	38,0	32,5	35,2
1936	0—10	51,3	24,1	63,0	12,7
	12—25	23,2	37,3	35,5	36,3
1938	0—10	49,6	24,3	88,3	8,3
	15—25	23,4	37,4	54,4	15,2
1944	0—10	48,2	20,0	85,9	6,5
	20—30	26,5	30,4	50,6	16,4
1950	0—10	43,1	22,4	65,4	13,5
	20—30	27,1	32,2	39,1	25,5
1955	0—10	41,4	23,8	59,9	16,4
	20—30	25,6	34,0	34,1	25,5

13. táblázat

Szódás szolonyecák-szolonyec kémiai összetételének változása gipszezés és öntözés hatására 10 év alatt Fresno-ban (Kelley 1951)

(1) Réteg mélység cm	(2) Kicszerélhető			(3) Na az S %-ában	pH	(2) Réteg mélység cm	(2) Kicszerélhető			(3) Na az S %-ában	pH
	Ca <sup>2+</sup> + Mg <sup>2+</sup>	K +	Na <sup>+</sup>				Ca <sup>2+</sup> + Mg <sup>2+</sup>	K +	Na <sup>+</sup>		
	mgé/100 g						mgé/100 g				
a) Gipszezés előtt (1920)						b) Gipszezés után (1931)					
0— 30	1,08	0,23	3,13	70	9,7	0— 30	5,05	0	0,27	5	7,5
30— 60	0,42	0,98	2,87	67	9,4	30— 60	4,59	0	0,40	8	8,1
60— 90	1,78	0,28	2,41	54	9,6	60— 90	4,64	0	0,43	8	8,3
90—120	2,57	0,34	1,59	35	9,1	90—100	4,13	0	1,00	19	8,7

zés következményeképpen növekszik a kalciumtartalmú szervesanyagok képződése, így a szervesanyag felhalmozódása is megindulhat [1].

### A gipsz hatása a termesztett növények mennyiségére

A gipszben levő Ca és S vegyületek tápanyagul is szolgálnak a növényeknek, a gipszezésnek azonban ennél is fontosabb a talajtulajdonságokra gyakorolt kedvező hatása, ami megmutatkozik mind a vízgazdálkodásban, mind a talajba juttatott tápanyagok jobb érvényesülésében és így a termés-mennyiségben is. Az idevágó külföldi adatok világosan mutatják, hogy Szibériában éppen úgy mint hazánkban, vagy más országokban, kedvezően hat a gipsz a szántóföldi növények hozamára, ha helyesen alkalmazzák. Gyakran éppen a gipszezés következtében válik lehetővé a mezőgazdasági termelés.

14. táblázat

**Az Na<sup>+</sup>-ionok mennyiségének csökkenése különböző gipszadagok hatására  
3 év után réti szolonyec talajban**

(1) Gipsz q/ha	(2) Mintavétel mélysége cm	(3) Na <sup>+</sup> a telítési kivonatban mgé/l	(4) Kicsérélhető Na <sup>+</sup>	
			mgé/100 g talaj	S %
0	0–20	16,2	3,7	21,7
	20–30	24,5	5,1	28,5
25	0–20	11,8	3,4	17,6
	20–30	16,8	5,6	23,7
50	0–20	9,7	2,9	13,4
	20–30	16,1	6,0	23,2
75	0–20	6,0	2,0	8,8
	20–30	12,1	4,3	16,9
100	0–20	4,0	1,8	8,0
	20–30	6,8	3,1	12,9
125	0–20	3,7	1,4	5,6
	20–30	6,8	2,8	11,0

a szikes talajokon, ahol csekély a talaj természetes termékenysége. A műtrágyázás ma már alapfeltétele a gazdálkodásnak a gipszezéssel javított talajokon is.

A kísérleti eredmények nálunk is bizonyítják a gipszezés hasznosságát [24, 29]. A már említett okok miatt azonban viszonylag kis területen vált lehetővé a gipszezés, ncha az üzemi tapasztalatok is kedvezőek. A Mezőtúri Á. G. egyik tábláját, 1966-ban javították az OMMI által javasolt 120 q/ha  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  alkalmazásával. A javítás után 28,9 q/ha volt a takarmánybúza átlagtermése.

Jászalsószentgyörgy határában a felszínen gyengén karbonátos szolonyec talajon, amely a javítás előtt mezőgazdasági termelésre alkalmatlan parlag volt, 140 q/ha  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  alkalmazása után az első évben (1967) 15,5 q/ha zab, a második évben pedig 31,0 q/ha búza termett.

A talajvizsgálati adatok és a növénytermesztés eredményessége a gipszezett talajokon világosan mutatják, hogy a gipszezésnek megvan a létjogosultsága hazánkban is. Ezt alátámasztják a gipsznek, mint javítóanyagnak más javítóanyagokkal szembeni előnyös tulajdonságai és az, hogy hazánkban még nagy kiterjedésű szikes területek várnak javításra.

#### A gipsz összehasonlítása egyéb javítóanyagokkal

A jelenleg legnagyobb mértékben használt  $\text{CaCO}_3$ , illetve lúgos kémhatású Ca tartalmú anyagokkal összehasonlítva a gipsznek nagy előnye, hogy jobban oldódik, s ezért hatékonysága is nagyobb.

A savasan ható, kalciumot nem tartalmazó anyagokkal (elemi kén, ásványi savak,  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  stb.) összevetve nagyobb a gipsz alkalmazhatósági köre. Egyébként is ezek rendszerint csak kis mennyiségben, gyári melléktermékként állnak rendelkezésre. Az olajfinomítás melléktermékeként keletkező, majd tőzeggel kezelt savgyantával [13, 14] igen jó eredmények érhetők el, de jelenleg legfeljebb néhány ezer kh. javítása vehető figyelembe ezzel az anyag-

gal. A 2—3% S-t tartalmazó lignitpotban nincs ugyan hiány, de ebből az anyagból ötször-tízszer nagyobb mennyiség kell egységnyi területre, mint a gipszből.

A savasan ható, kalciumot tartalmazó anyagok közül kétségtelenül a kalciumnitrát volna a leghatásosabb, ezt azonban előállítási költsége nem teszi versenyképesé a gipsszel szemben. A melléktermékként keletkező  $\text{CaCl}_2$  szintén jól oldódik, de hátránya, hogy nehezen oldható meg a szállítása. A gyári gipsziszapoknak is — bár előnyükre szolgál, hogy gyakran nagymennyiségű növényi tápanyagokat is tartalmaznak (foszfor-gipsz) — közös hátrányuk, hogy iszapos zagy vagy, összetapadt tömb formájában találhatók, s felhasználás előtt külön kezelést igényelnek.

A bányagipsz jelenleg nagyobb mennyiségben állhat rendelkezésre, mint a hasonló hatású melléktermékek. A perkupai gipsz esetében azonban számolni kell azzal, hogy ha anhidrittel kevert, örlés után adalék anyagokat kell hozzáadni, hogy esetleges nedvesedéskor ne cementálódjék. A gipsz bányászása és örlése kétségtelenül tetemes költséggel jár. Nagyságrendileg nagyobb mennyiségi igény esetén azonban várható lenne az egységár csökkenése is.

### A gipsszel javítható szikesek területe hazánkban

Hazánkban körülbelül 1 millió hektár szikes terület található. E területek egy részén, mintegy 200 000 ha-on már végeztek valamilyen javítást: digózást vagy meszeztést. Gipszet önmagában csak ritkán alkalmaztak, arra való hivatkozással, hogy a mezőgazdaság részére nem biztosítanak elegendő mennyiséget ebből az anyagból.

Az OMMI által készített szakvélemények is ezért javasolták eddig a mész és gipsz együttes alkalmazását.

A szikes talajok javítása mind ez ideig azokon a vidékeken öltött nagyobb mértéket, ahol digózási lehetőség volt, illetve  $\text{CaCO}_3$  tartalmú anyagokkal is lehetett növelni a szikes talajok termékenységét. Ilyen területek a Kőrösök vidékén, Szolnok és Békés megyékben találhatók nagyobb kiterjedésben. Éppen ezért nem közömbös, hogy az utóbbi időkben kiadott talajjavítási szakvélemények milyen javítóanyagok alkalmazását javasolják.

Békés megyében az 1954—63. között eltelt tíz év alatt az OMMI Szegedi Talajtani Osztálya 28,935 ha szikes talaj javítására adott szakvéleményt. A javítóanyagok szerinti területi megoszlás a következő volt:

Mész ( $\text{CaCO}_3$ )	5 618 ha	19,8%
Gipsz ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )	2 056 ha	7,1%
Mész + gipsz	6 591 ha	22,7%
Meszes altalaj	7 715 ha	26,6%
Meszes altalaj + savanyú feltalaj vagy gipsz	6 955 ha	23,8%
<b>Ö s s z e s e n:</b>	<b>28 935 ha</b>	<b>100 0%</b>

Szolnok megyében az 1956—68 közötti 12 év alatt a szakvélemények javítóanyagként és területenként az alábbiak aszerint alakultak:

Mész	17 240 ha	14,89%
Gipsz	2 900 ha	2,50%
Mész + gipsz	45 778 ha	39,53%
Meszes altalaj	17 707 ha	15,29%
Meszes altalaj + gipsz	32 187 ha	27,79%
Összesen:	115 812 ha	100,00%

Megjegyzendő, hogy a kivitelezés nem minden esetben történt meg ott, ahol csak gipszezt javasoltak, mivel állítólag nem volt elegendő javítóanyag. Előfordult a korábbi években olyan eset is, hogy ott, ahol a szakvélemény mészh és gipsz együttes alkalmazását javasolta, csak a meszet szórták ki, a gipszezt elmaradt, s emiatt a talaj javulása sem volt olyan mérvű, mint amilyen gipsz alkalmazása esetén lehetett volna [22].

A kémiai javításban nem részesült mintegy 800 000 ha szikes terület sajátosságait vizsgálva az alkalmazandó javítóanyagok szempontjából, arra a megállapodásra juthatunk, hogy e területeknek nagyobb részét csak gipsszel illetve ehhez hasonló hatású anyaggal lehet megjavítani. A genetikus térképek újabb adatait is felhasználva mintegy 300 000 ha-ra tehető az a terület, ahol — egyéb körülményeket is figyelembe véve — eredményesen alkalmazható a gipsz talajjavításra.

A gipszadagok mennyiségét a javítandó réteg vastagsága, valamint kémiai és fizikai tulajdonságai határozzák meg.

Különösen fontos a szóda és a kicserélhető  $\text{Na}^+$  meghatározása. Hazánkban a karbonátos szikesek gipszadagjának megállapításához jól bevált HERKE [11] módszere. E módszer szerint a talajt  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  oldattal kezelik, a kapott szűrletet bepárolják, majd titrálással meghatározzák az  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  és  $\text{NaHCO}_3$  mennyiségét. Ez a módszer a talajban levő karbonát és kicserélhető nátrium összegét adja, amelyből kiszámítható a javítóanyag mennyisége, ha a kapott értéket szorozzuk a javítóanyag egyenértékszámával.

A gipsz mennyiségének megállapítására gyakran jól használhatók az ún. üleptési eljárások is.

A javítandó területek felső 20 cm-es rétegének gipsz-szükséglete tág határok között mozog, átlagosan mintegy 15 tonnára tehető hektáronként.

Az öntözéses gazdálkodás, amely nagy ütemben fejlődik az Alföldön, nemcsak elősegíti a gipsz érvényesülését, hanem szükségessé is teszi alkalmazását az öntözőfürtök területén levő szikes talajokon.

### Irodalom

- [1] ANTIPOV—KARATAEV, I. N.: Melioracija szoloncov v SSSR. Izd. AN. SSSR. 1953.
- [2] ANTIPOV—KARATEAV, I. N. & KADER, G. M.: Szodovüe szoloncü, ih genezisz i szposzovü melioracii v SSSR. Agrokémia és Talajtan. Suppl. (Symp. Budapest.) 14. 111—114. 1965.
- [3] ARANY, S.: A Nagy-Alföldön gyakorlatilag alkalmazott szikes talajjavító eljárásokról. Mezőgazd. Kutatások 4. 11—23. 1931.
- [4] ARANY, S.: Szikes talajok meszezése és digózása. In: Magyar szikesek. Pátria. Budapest. 1934.
- [5] ARANY, S.: A szikes talaj és javítása. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1956.
- [6] ARANY, S.: Szolonesák és szolonesák-szolonyec talajok javítása, különös tekintettel a lignitpor alkalmazására. Agrokémia és Talajtan. 15. 157—168. 1966.
- [7] ÁBRAHÁM, L.: A szikes talajok komplex javítási módszerei. MTA Agrártud. Oszt. Közlem. 25. 177—183. 1966.



- [8] ÁBRAHÁM, L. & BOCSKAI, J.: The Utilization and Amelioration of Solonetz Soils in Hungary. Akadémiai Kiadó. Budapest. Megjelenés alatt.
- [9] ÁBRAHÁM, L. & GINÁL, J.: Genetikai szintenként alkalmazott kisadagú javítóanyagok hatásának vizsgálata szolonyec talajon. *Agrokémia és Talajtan* **16.** 365—378. 1967.
- [10] ÁBRAHÁM, L. & SZABOLCS, I.: Improving of Alkali Soils with Small Doses of Reclamation Materials. Trans. 8th Intern. Congr. Soil Sci. Bucharest. **2.** 875—880. 1964.
- [11] BALLENEGGER, R. & DI GLÉRIA, J. (Szerk.): Talaj- és trágyavizsgáló módszerek. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1962.
- [12] BOCSKAI, J.: A szikes talajok javítása csökkentett adagú javítóanyagokkal genetikai szintek szerint. MTA Agrártud. Oszt. Közlem. **25.** 185—192. 1966.
- [13] BOCSKAI, J.: Kőolajipari savgyanták felhasználása a szolonyec talajok kémiai javítására. I. és II. *Agrokémia és Talajtan* **17.** 439—452. 1968; és **18.** 197—211. 1969.
- [14] CAMERON, F. K. & SEIDELL, A.: Solubility of gypsum in aqueous solutions of certain electrolytes. USDA. Division of Soils. Bull. **18.** 1901.
- [15] CHRIASZTELYI, B.: A gipsz a pillangósok trágyája. *Köztelek*. **9.** 1077—1078. 1899.
- [16] CSERHÁTI, S.: A szikes talajok megjavítására irányuló kísérletek. Kísérletügyi Közlem. **1.** 121—128. 1898.
- [17] DARAB, K.: A másodlagos szikesedési folyamatok tanulmányozása néhány tisztított öntözött talajon. Kandidátusi disszertáció. Budapest. 1959.
- [18] DARAB, K.: A szikes talajok javításának fiziko-kémiai és kémiai alapjai. MTA Agrártud. Oszt. Közlem. **25.** 161—167. 1966.
- [19] DARAB, K. & FERENC, K.: Öntözött területek talaj térképezése. Genetikus Talaj-térképek. OMMI. Ser. I. No. 10. Budapest. 1969.
- [20] DARAB, K. & SZABOLCS, I.: Szódátartalmú öntözővizek hatása a talajra. *Agrokémia és Talajtan* **12.** 209—226. 1963.
- [21] ERDEY-GRÚZ, T.: A fizikai kémia alapjai. Műszaki kiadó. Budapest. 1964.
- [22] Gazdálkodás szikeseinken. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1959.
- [23] GEDROIC, K. K.: Szoloneci, ih proizhozsdenie, szvojsztva i melioracija. Izd. Noszovszkaja sz.-h. opütnaja sztancija, vüp. **46.** 1926.
- [24] DI GLÉRIA, J.: Magyarországon meszes és szódás talajokon végzett szikjavítási kísérletek. Kísérletügyi Közlem. **32.** 252. 1929.
- [25] DI GLÉRIA, J.: A szikes talajok keletkezése és javítása kolloidkémiai nézőpontból. In: Magyar szikesek. Pátria. Budapest. 1934.
- [26] HERKE, S.: A szódás szikesek javítása. *Agrokémia*. **1.** (5—6) 3—17. 1949.
- [27] HERKE, S.: A meszes szódás szikesek és azok javítása. *Agrártudomány* **4.** (1) 41—46. 1952.
- [28] HERKE, S.: Erősen lúgos, meszes szódás szikesek javítása, hasznosítása. Délalföldi Mezőgazdasági Kísérleti Intézet Közlem. **33—34.** 1962.
- [29] HERKE, S. & HARMATI, I.: Amelioration and Utilization of Alkali Soils of the Solonchak and Solonchak-Solonetz types in the Region between the Rivers Danube and Tisza. *Agrokémia és Talajtan. Suppl. Symp.* Budapest **14.** 313—322. 1963.
- [30] HILGARD, E. W.: Szikes talajok öntözése és alagsóvezése. OMGE. Budapest. Pátria. 1894.
- [31] International Source-Book on irrigation and drainage of arid lands in relation to salinity and alkalinity. FAO/UNESCO. Paris. 1967.
- [32] IRINYI, J.: A konyári tó. Athenaeum. Pest. 1839.
- [33] KELLEY, W. P.: Cation Exchange in Soils. Reinhold. New York. 1948.
- [34] KELLEY, W. P.: Alkali Soils. Reinhold. New York. 1951.
- [35] KERPELY, K.: Székes talajok gipszezése. *Köztelek* **5.** 1538—1539. 1895.
- [36] KOTZMANN, L.: Emelkedő nátrium telítettség hatása a talaj fizikai sajátságára. Mezőgazd. Kutatások. **8.** 141—147. 1935.
- [37] KOVDA, V. A., SZAMBUR, G. N. & ROZOV, N. N.: Kak ulucssit' i oszvoit' y szoloneci. Izd. AN SSSR. Moszkva. 1950.
- [38] LAKTIONOV, B. J.: O prirode povüsennoj diszpersznoszti szolonecovü h pocs v priemah himieseszkoi melioracii szolonecov. Pocsvovedenie. (6) 78—87. 1962.
- [39] LÁNG, I.: A kalcium növényélettani szerepe a növények kezdeti fejlődésének szakaszában. MTA. Agrártudományi Oszt. Közlem. **25.** 157—160. 1966.
- [40] LENGVEL, B., PROSZT, I. & SZARVAS, P.: Általános és szeretlen kémia. Tankönyvkiadó. Budapest. 1969.
- [41] LETUNOV, P. A.: Gipszovanie szolonecov v szvjazi sz ih agronomieseszkimi szvojszt-



- vanni i geografičeszkimi uszloviami ih proizhozszdenija. Veszt. sz/h. nauki. Udobrenie, agrotehnika i agropocszvovedenie. Vűp. **2**. 1941.
- [42] MADOS, L.: Szikes talajaink és azok hasznosítása. Mérnűki Továbbkűpzű Intűzet Kiadványa. Budapest. 6. 1942.
- [43] MADOS, L.: A szikesedűs és a vűz. Hidrol. Kűzłűny **23**. 3–20. 1943.
- [44] MAURITZ, B. & VENDL. A.: Ásványtan. Budapest. 1942.
- [45] MUSTAFA, A. H. I.: Gypsum Adsorption by Different Soils of the United Arab Republic, Trans. 8th Intern. Congr. Soil Sci. Bucharest. **2**. 855–874. 1964.
- [46] MOZHEIKO, A. M.: Chemical reclamation of sodic solonchets in the southern part of the middle Dnieper region by the application of gypsum and calcium chloride. Agrokűmia és Talajtan. Suppl. **13**. (Symp. Yerevan) 310–314. 1969.
- [47] ORLOVSZKIJ, N. V.: Oszobennoszti genezisza i oszvoenija szodovűh zaszolennűh pocsz v Szibirii. Agrokűmia és Talajtan. Suppl. **14**. 155–174. 1965.
- [48] PÁTER, B.: A gipszszesz hatásáról. Terműszettud. Kűzłűny **34**. 1902.
- [49] PRETTENHOFFER, I.: Átműneti szikesek javítása kombinált eljűrással. Agrokűmia és Talajtan. **2**. 27–40. 1953.
- [50] PRETTENHOFFER, I.: Műsztelen szikesek (hazai szolonyecsek) megjavítási műdja és eredműnye. MTA Agrártud. Oszű. Kűzlem. **11**. 325–344. 1957.
- [51] RAIKOV, L. & KAVARDZSIEV, JA.: Opűtű po melioracii szodovűh szoloncov v Bolgűrii. Agrokűmia és Talajtan. Suppl. **14**. 225–228. 1964.
- [52] RAIKOV, L. & KAVARDZSIEV, JA.: Some Results of Chemical Reclamation and Fertilization of Meadow Sodic Solonch Soils. Elhangzott elűadűs. Int. Symp. Reclamation of Sodic Soils. Yerevan 1969.
- [53] ROZANOV, A. N.: Novűe dannűe po genesiszu i melioracii szoloncov SSSR. Pocszvovedenie (11) 5–25. 1955.
- [54] SIGMOND, E.: A hazai szikesek és megjavítási műdjaik. MTA Kiadvány. Budapest 1923.
- [55] SIGMOND, E.: A szikkűpzűdűs tűrvűnyeirűl a javítás szempontjából. Mezűgazd. Kutatűsok. **2**. 272–293. 1929.
- [56] SIGMOND, E., ARANY, S. & HERKE, S.: The effect of calcium and aluminium salts in alkali soil reclamation. I. Int. Congr. Soil Sci. Proc. Washington **2**. 512–517. 1927.
- [57] SZABOLCS, I.: A Hortobűgy talajai. Mezűgazd. Kiadű. Budapest. 1954.
- [58] SZABOLCS, I.: A vűzrendezűsek és öntűzűsek hatűsa a tiszántűli talajkűpzűdűsi folyamatokra. Akadűmiai Kiadű. Budapest. 1961.
- [59] SZABOLCS, I.: Irinyi János a szikkűtűtű. Agrártűrtűneti Szemle **6**. 305–312. 1964.
- [60] SZABOLCS, I.: Új műdszerek a szikesek javításában és hasznosításában. MTA IV. Agrártud. Oszű. Kűzlem. **25**. 143–156. 1966.
- [61] SZABOLCS, I. & ÁBRAHÁM, L.: Kisműnyisűgű javítűanyagok alkalmazűsa alfűldi szikes talajokon. Agrokűmia és Talajtan. **7**. 1–35. 1958.
- [62] SZABOLCS, I. & ÁBRAHÁM, L.: Improvement of Alkali Soils with Small Doses of Reclamation Materials. Agrokűmia és Talajtan. Suppl. **13**. 247–253. 1964.
- [63] SZABOLCS, I., LÁNG, I. & KOCH L.-NÉ.: Nűvűny kalcium felvűtele Ca<sup>45</sup>-el jelzett javítűanyagokkal kezelt szikes talajból. Agrokűmia és Talajtan. **6**. 195–204. 1957.
- [64] SZENTANNAY, S.: A szikkűtalaj művelűse és javításűsa. Alfűldi Magvetű. Debrecen. 1928.
- [65] SZENTANNAY, S.: Sikeres gazdálkűdűs sziken és aszűlyban. FM Kiadvány. 3. Budapest. 1936.
- [66] TESSEDIK, S.: Űber die Kultur und Benűtzung der sogenannten „Szikes” Felder in der Gegend an der Theiss. Lubeck’s Patriotisches Wochenblatt fűr Ungarn. Pest. 4. 7. 1804.
- [67] TREITZ, P.: A sűs és szikes talajok terműszetrajza. Pátűria. Budapest 1924.
- [68] ZONN, SZ. V. & SZKRIPKIN, A. A.: Vlianice poszevoz lucernű i vneszenia gipsza v uszloviah oroszeműh zemel’ Jugo-Voszűtka SSSR. Szov. Agronomija (9). 1939.

Èrkezett: 1970. műjus 21.

## Gypsum for Soil Amelioration

L. ÁBRAHÁM

National Institute for Agricultural Quality Testing, Budapest

## Summary

Gypsum has been used in agriculture primarily for the amelioration of salt affected soils all over the world. In Hungary it was J. IRINYI, who first analysed the improving effects of gypsum (in 1839).

Despite the early beginnings this method of soil amelioration has not become widespread owing to partly scientific, partly economic reasons.

The study analyses the chemistry of the improvement of salt affected soils and the causes that have made possible the amelioration of salt affected soils in Hungary by liming (use of  $\text{CaCO}_3$ ) and/or by „digo-method” (use of  $\text{CaSO}_4$  and  $\text{CaCO}_3$  containing subsoil). Due to the regulation of the major rivers of the Carpathian Basin and primarily of the river Tisza, the level of Na-containing ground water having a salinizing effect has decreased and the development of soils has also been modified. In the Hungarian Plain such solonetz-type soils have developed, the top layer of which has slightly acidic reaction. On these soils the use of  $\text{CaCO}_3$ -containing materials proved to be effective especially when the liming was combined with the use of farmyard manure.

The „digo-method” has spread of similar reasons, the essence of which is the use of  $\text{CaCO}_3$  and  $\text{CaSO}_4$ -containing layers of subsoil (approximately 500 m<sup>2</sup>/ha) for the improvement of the ploughed layer.

In the present conditions the use of  $\text{CaCO}_3$ -containing materials is gradually losing its significance.

On the one hand the territories to be improved have alkaline reaction thus requiring the use of acidic character materials. The development of cultivation in the direction of intensive farming also stresses the necessity of the use of gypsum or materials with similar effect as the B horizon of solonetz soils can only be improved by acidic materials even if the chemical reaction of the A horizon is acidic.

The spread of gypsum application in Hungary was hindered by the fact that the country did not have gypsum mines for several decades. Therefore soil scientists tried to find other materials instead of gypsum. Experiments were carried out with lignite powder because of its sulphur content. But this material proved to be neither economic nor effective because of the low content of agent (2-3 per cent sulphur) and big volume (transportation problem).

Because of the shortage of gypsum the so-called combined amelioration, the use of  $\text{CaCO}_3$  and gypsum together, has been recommended. But this method cannot solve the problem of improving mildly alkaline salt affected soils either as  $\text{CaCO}_3$  may even reduce the effects of gypsum.

The study points out that experiences abroad at home prove the effectivity of the use of gypsum and materials having acidic effect in Hungary as well.

In irrigated lands the necessity of using such materials will particularly increase in the future.

Table 1. Solubility of  $\text{CaSO}_4$  in NaCl solution at the temperature of 23 °C (CAMERON and SEIDELL 1901 [14]).

Table 2. Solubility of  $\text{CaCO}_3$  in NaCl-solution at the temperature of 23 °C [14].

Table 3. Solubility of  $\text{CaSO}_4$  in  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  solution [14].

Table 4. Solubility of  $\text{CaCO}_3$  in  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  solution at the temperature of 24 °C [14].

Table 5. Solubility of  $\text{CaSO}_4$  in  $\text{MgCl}_2$  solution at the temperature of 26 °C. (CAMERON and SEIDELL [14]).

Table 6. Solubility of  $\text{CaCO}_3$  as a function of pH (Based on SIGMOND [54]).

Table 7. Solubility of gypsum in  $\text{NH}_4\text{Cl}$  solution.

Table 8. Gypsum content of the ten soil profiles investigated in three regions of the Körös (data of J. IMRE). (1) Number of profile. (2) Place of sampling. (3) Thickness of layer in cm.

Table 9. The effect of lime ( $\text{CaCO}_3$ ) and gypsum ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ ) on the exchangeable  $\text{Na}^+$ -content of the soil in the two experiments (Based on the data of PRETTEHOFER [49]). (1) Treatment I. a) Control. b) Lime. c) Gypsum. d) Lime + gypsum. II. (2) Exchangeable  $\text{Na}^+$  me/100 g soil. (3) After MEHLICH. (4) With alcoholic ammonium-acetate. (5) After HERKE.

*Table 10.* The effect of gypsum and lignite powder on the yield of some plants (q/ha) under irrigated conditions on solonchak-solonetz soil. (HERKE and HARMATI, 1965). (1) Plant. a) Wheat (grain). b) Fodder beet (root). c) Sunflower (grain). d) Red clover (hay). e) Melilot (hay). (2) Control. (3) Gypsum. (4) Lignite powder.

*Table 11.* The effect of gypsum on the chemical reaction of solonchak-solonetz soil without irrigation. (1) Depth, cm. (2) Before the experiment, 1952. (3) Exchangeable and soda  $\text{Na}^+$  after HERKE.

*Table 12.* The dynamics of exchangeable cations (in percentage) medium sodic solonetz near the Ural mountains. (1) Year. (2) Depth, cm. (3) Control. (4) Gypsum 16 t/ha.

*Table 13.* The change of the chemical components of sodic solonchak-solonetz soils under the effect of gypsum treatment and irrigation during ten years in Fresno. (1) Depth of layers cm. (2) Exchangeable cations. 3) Na in the percentage of S.

*Table 14.* The decrease of the quantity of  $\text{Na}^+$  ions as a result of different doses of gypsum after three years in meadow solonetz soil. (1) Gypsum q/ha. (2) Depth of sampling, cm. (3)  $\text{Na}^+$  in the saturation extract mg/l. (4) Exchangeable  $\text{Na}^+$ .

## Le plâtre comme améliorant

L. ÁBRAHÁM

Institut National de la Qualification des Produits Agraires, Budapest

### Résumé

Partout dans la pratique agricole, le plâtre est employé en premier lieu pour améliorer les sols à alcali.

En Hongrie, c'était IRINYI (1839) qui a examiné pour la première fois l'effet améliorant du plâtre sur ces sols. Tout de même, cette méthode d'amélioration ne s'est pas répandue en Hongrie pour des raisons pédologiques et économiques, respectivement.

L'étude présente s'occupe des points de vue chimiques de l'amélioration des sols à alcali et aussi des faits rendant possible le chaulage et le marnage sur quelques sols de ce pays.

Par suite du règlement des rivières principales du Bassin Carpathique, en premier lieu de la Tisza, la table des eaux contenant des sels de sodium ayant un effet alcalisant, s'est abaissée, conséquemment le développement des sols a aussi changé. Des sols du type solonetz à réaction acide dans la couche supérieure se sont évolués sur la Grande Plaine Hongroise. Sur ces sols, l'emploi des matériaux contenant du  $\text{CaCO}_3$  s'est aussi révélé efficace, particulièrement si le chaulage a été combiné avec l'application du fumier de ferme.

Le marnage, dont le principe est l'épandage du sous-sol (environ 500 m<sup>3</sup>/ha) contenant de  $\text{CaCO}_3$  et  $\text{CaSO}_4$  pour améliorer la couche arable, est aussi répandu pour les raisons similaires.

Cependant, dans nos conditions présentes, l'emploi des matériaux à teneur en  $\text{CaCO}_3$  perd de plus en plus de son importance. En effet, les sols à améliorer ont une réaction alcaline ce qui exige des amendements acidifiants, et aussi, l'agriculture devenant de plus en plus intensive, nécessite l'emploi du plâtre ou d'autres amendements d'effet similaire parce que l'horizon B des sols solonetz n'est améliorable que par des agents acidifiants même si l'horizon A a un pH acide.

En Hongrie, la propagation du plâtrage a été empêchée par le fait que pendant plusieurs décades nous ne disposions pas de mines de gypse. En conséquence, les chercheurs tâchaient de trouver des matériaux qui pourraient remplacer le plâtre.

Par exemple, c'était pour sa teneur en soufre qu'on a commencé des expériences avec de la poudre de lignite, mais puisqu'elle ne contient l'agent qu'en petite quantité (2-3% de soufre) et aussi à cause de la grande masse nécessaire, l'emploi de ce matériau dans l'amélioration des sols à alcali n'est pas économique.

En raison du manque de gypse, on a préconisé l'emploi ensemble de celui avec du  $\text{CaCO}_3$ , un procédé nommé amélioration combiné. Mais même par cette méthode on ne peut pas résoudre les problèmes se présentant avec l'amélioration des couches à alcali faiblement sodiques, car l'effectivité du plâtre est aussi diminuée par le  $\text{CaCO}_3$ .

L'article relève que les expériences en Hongrie et à l'étranger justifient l'emploi du plâtre et des agents acidifiants dans ce pays. Dans la suite il sera particulièrement nécessaire d'employer des matériaux de telle sorte sur les terrains irrigués.

*Tabl. 1.* Solubilité de  $\text{CaSO}_4$  en solution de  $\text{NaCl}$  à  $23^\circ\text{C}$  (CAMERON et SEIDELL, 1901) [14]

*Tabl. 2.* Solubilité de  $\text{CaCO}_3$  en solution de  $\text{NaCl}$  à  $25^\circ\text{C}$  [14]

*Tabl. 3.* Solubilité de  $\text{CaSO}_4$  en solution de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  [14]

*Tabl. 4.* Solubilité de  $\text{CaCO}_3$  en solution de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  à  $24^\circ\text{C}$  [14]

*Tabl. 5.* Solubilité de  $\text{CaSO}_4$  en solution de  $\text{MgCl}_2$  à  $26^\circ\text{C}$  [14]

*Tabl. 6.* Solubilité de  $\text{CaCO}_3$  en fonction du pH (Selon SIGMOND [54])

*Tabl. 7.* Solubilité du plâtre en solution de  $\text{NH}_4\text{Cl}$

*Tabl. 8.* Teneur en gypse de 10 profils originant de 3 zones de la rivière Kőrös (données de J. IMRE). (1) No du profil. (2) Location de la prise d'échantillon. (3) Épaisseur de la couche, cm.

*Tabl. 9.* Influence du  $\text{CaCO}_3$  et du  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  sur la teneur en  $\text{Na}^+$  échangeable du sol dans les deux expériences (selon les données de PRETTENHOFFER [49]). (1) Traitement. a) Contrôle, b) Chaux, c) Plâtre, d) Chaux + plâtre. (2)  $\text{Na}^+$  échangeable, mgaequ/100 g de sol. (3) Selon MEHLICH. (4) Avec de l'acétate d'ammonium alcoolique. (5) Selon HERKE.

*Tabl. 10.* Influence du plâtre et de la poudre de lignite sur la récolte de quelques plates cultivées (q/ha) dans les conditions d'irrigation, sur un sol solonchak-solonetz (selon HERKE et HARMATI, 1965). (1) Plante: a) Blé (grain), b) Betterave fourragère (racine), c) Tournesol (grain), d) Trèfle rouge (foin), e) Mélilot (foin). (2) Contrôle. (3) Plâtre. (4) Poudre de lignite.

*Tabl. 11.* Influence du plâtre sur la réaction d'un sol solonchak-solonetz, sans irrigation. (1) Profondeur, cm. (2) Avant l'expérience, 1952. (3)  $\text{Na}^+$  échangeable (selon HERKE)

*Tabl. 12.* Dynamique des cations échangeables, %, dans des solonetz médiocrement sodiques à l'entour des monts Ourals. (1) Année. (2) Profondeur, cm. (3) Contrôle. (4) Plâtre, 16 t/ha.

*Tabl. 13.* Changements dans la composition chimique d'un solonchak-solonetz sodique, sous l'influence du plâtrage et de l'irrigation, au cours de 10 années à Fresno. (1) Profondeur de l'horizon, cm. (2) Cations échangeables. (3) Na en pour cent de S.

*Tabl. 14.* Décroissement de la quantité des ions  $\text{Na}^+$  sous l'effet de différentes doses de plâtre, après 3 années, dans un sol solonetz de prairie. (1) Plâtre q/ha. (2) Profondeur de la prise d'échantillon, cm. (3)  $\text{Na}^+$  dans l'extrait de saturation, mgaequ/l. (4)  $\text{Na}^+$  échangeable.

## Гипс как мелиорирующее вещество

Л. АБРАХАМ

Государственный Институт по контролю за качеством почв и сельскохозяйственных продуктов, Будапешт

### Резюме

В практике сельскохозяйственного производства гипс в первую очередь используется для улучшения засоленных почв.

В Венгрии, и может быть впервые в мире, Я. Ирини (1839) охарактеризовал мелиоративный эффект гипса.

Несмотря на это в Венгрии этот метод мелиорации не распространился, что объяснялось, с одной стороны, почвенными, с другой стороны, экономическими условиями.

Статья характеризует химизм мелиорации засоленных почв и основы, на которых базировалась возможность проведения известкования и применения метода «дигозаш» на некоторых засоленных почвах Венгрии.

После урегулирования русел больших рек Карпатского Бассейна, в первую очередь русла Тиссы, снизился уровень залегания засоляющих грунтовых вод, вследствие чего изменилось и направление почвообразовательных процессов. На Венгерской Низменности образовались почвы солонцового типа, отличающиеся кислой реакцией среды в верхних горизонтах. На этих почвах эффективно используются мелиоранты, содержащие  $\text{CaCO}_3$ , особенно если известкование проводится вместе с внесением навоза.

Базируясь на этих же принципах, распространился и метод «дигозаш», сущность которого заключается в использовании  $\text{CaCO}_3$  и гипсодержащей подпочвы (примерно  $500 \text{ м}^3/\text{га}$ ) для улучшения пахотных горизонтов.

В настоящих условиях снижается значимость использования мелиорантов, содержащих  $\text{CaCO}_3$ .

Реакция среды большей части мелиорируемых территорий щелочная, что требует применения кислых мелиорантов. Интенсивное развитие производства требует применения гипса или других подобных по эффективности материалов, так как даже в том случае, когда pH среды горизонта «А» кислая, мелиорировать горизонт «В» солонцов можно только материалами, создающими кислую реакцию среды.

Применение гипса ограничивалось тем, что в Венгрии он не добывался, поэтому ученые старались заменить его. Так например велись исследования по применению лигнитовой пыли, содержащей серную кислоту. Но этот материал из-за низкого процента действующего вещества (2–3% серы) и из-за очень высоких доз внесения не экономичен.

Вследствие недостатка гипса было предложено совместное использование  $\text{CaCO}_3$  и гипса, так называемая «комбинированная» мелиорация.

Этот метод еще не разрешает проблему мелиорации засоленных слоев почвы со слабо-щелочной реакцией среды, так как  $\text{CaCO}_3$  снижает эффективность гипса.

Данная статья указывает на то, что как отечественные так и зарубежные исследования подтверждают возможность использования гипса или кислые мелиоранты в условиях Венгрии.

В будущем создается особая большая необходимость использования таких мелиоративных веществ на орошаемых территориях.

Табл. 1. Растворимость гипса в растворе хлористого натрия при  $23^\circ \text{C}$ . (Cameron и Seidell 1901. [14].)

Табл. 2. Растворимость  $\text{CaCO}_3$  в растворе хлористого натрия при  $25^\circ \text{C}$  [14].

Табл. 3. Растворимость гипса в растворе сернокислого натрия [14].

Табл. 4. Растворимость  $\text{CaCO}_3$  в растворе сернокислого натрия при  $24^\circ \text{C}$ . [14].

Табл. 5. Растворимость гипса в растворе хлористого магния при  $26^\circ \text{C}$ . (Cameron и Seidell [14].)

Табл. 6. Растворимость  $\text{CaCO}_3$  в зависимости от pH (на основании работ Жигмонда [54]).

Табл. 7. Растворимость гипса в растворе хлористого аммония.

Табл. 8. Содержание гипса в 10 разрезах, заложенных в трех районах Кёрёшвидек (по данным Имре Йожеф). (1) Номер разреза. (2) Место взятия образцов. (3) Мощность слоя в см.

Табл. 9. Влияние гипса ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) и извести ( $\text{CaCO}_3$ ) на содержание ионов обменного натрия в почвах в двух опытах (на основании [49] данных Преттенхоффера). (1) Вариант. I. а) Контроль. (Известь. с) Гипс d) Известь + гипс. II (2) Ионы обменного натрия в мг. экв/100 г. почвы. (3) По методу Мелиха. (4) Спиртовым уксусом аммония. (5) По Херке.

Табл. 10. Влияние гипса и лигнитовой пыли на урожай некоторых культурных растений (ц/га) в орошаемых условиях на солончаке-солонце. (Херке и Хармати 1965.) (1) Растение. а) Пшеница (зерно). b) Кормовая свекла (корнеплоды). с) Подсолнечник (зерно). d) Клевер красный (сено). e) Донник (сено). (2) Контроль. (3) Гипс. (4) Лигнитовая пыль.

Табл. 11. Влияние гипса на реакцию среды солончака-солонца в богарных условиях. (1) Глубина в см. (2) Перед заложением опыта 1952 г. (3) Ионы обменного натрия и сода.

Табл. 12. Динамика обменных катионов (в %) в средних содовых солонцах в районе Урала. (1) Год. (2) Глубина в см. (3) Контроль. (4) Гипс 16 т/га.

Табл. 13. Изменение химических свойств содового солончака-солонца под влиянием гипсования и орошения за 10 лет в Фресно. (1) Глубина слоя в см. (2) Обменные катионы. (3) Ионы натрия в % от «S».

Табл. 14. Снижение содержания ионов натрия под влиянием различных доз внесения гипса спустя три года на луговом солонце. (1) Гипс в ц/га. (2) Глубина взятия образцов в см. (3) Содержание ионов натрия в насыщенной вытяжке в мг. экв/л. (4) Содержание обменного натрия.